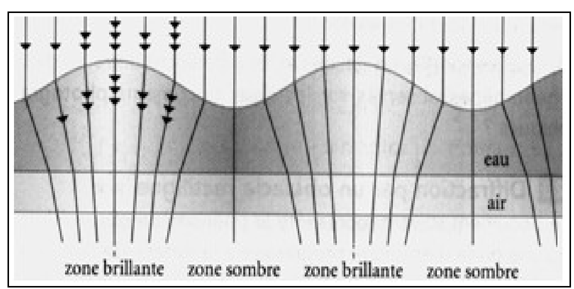
TP 4 : Ondes périodiques

Objectifs : Définir pour une onde progressive sinusoïdale, la période T, la fréquence *f* et la longueur d'onde λ.
Connaitre et exploiter la relation entre la période où la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.
Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive.

I°) Double périodicité

Principe d'une cuve à onde



Un oscillateur perturbe la surface d'une épaisseur d'eau.
Il apparaît alors des rides. Cette surface d'eau est éclairée par une lampe placée directement au dessus.

La lumière qui arrive sur les rides subie le phénomène de réfraction que vous avez étudié en 2nde. (voir ci-contre)
Une crête de vague apparaît brillante sur l'écran.

On peut choisir de voir des ondes circulaires ou des ondes rectilignes (ondes planes)

a°) Périodicité spatiale : longueur d'onde λ

Voici ci-dessous les images d'ondes rectilignes et d'ondes circulaires :





1°) Repérer à l'aide d'une flèche sur les précédentes figures, une distance caractéristique.

2°) Dessiner une vue en coupe de ces ondes et repérer également la distance caractéristique précédente.

3°) Cette distance est appelée longueur d'onde λ. Donner une première définition de ce paramètre.

b°) Périodicité temporelle : période T

1°) Rappeler la définition de la période T d'un phénomène.

2°) Définir également la fréquence *f*.

II°) Lien entre λ et T et la célérité *c*

Vous allez chercher une relation entre la longueur d'onde et sa période. Pour cela nous allons étudier la vidéo ondes planes avec 2 logiciels Régressi et Mesurim.

a°) Mesure de λ

- Lancer *Mesurim → Fichier → Ouvrir* l'image ondes planes.*(Faire un zoom avec la loupe).*

1°) Mesurer la longueur d'onde λ avec ce logiciel (voir mode d'emploi). L'échelle vaut 25 cm entre les 2 scotchs en haut de l'image.

2°) Que faut-il faire pour augmenter la précision sur λ ? Justifier.

b°) Mesure de T

- Lancer *Régressi → Fichier → Nouveau → Régavi.*
- *Lecture d'une vidéo → Ouvrir* et choisir *Ondes planes*. (Voir mode d'emploi de Régavi)

1°) Déterminer la période T pour qu'un point de la surface de l'eau se retrouve dans le même état vibratoire.

2°) Mettre en œuvre votre méthode et donner la valeur de T. Calculer la valeur de la fréquence *f* correspondante.

c°) Mesure de la célérité *c*

- En utilisant les fonctions de Régavi (voir mode d'emploi) suivre la propagation d'une 'vague' au cours de son déplacement pointer ces position successives. (Attention veiller à rester sur l'axe des abscisses).
- Envoyer vos résultats sous Régressi.

1°) Faire afficher alors l'évolution de *x* au cours du temps *t*. Que constater-vous ?

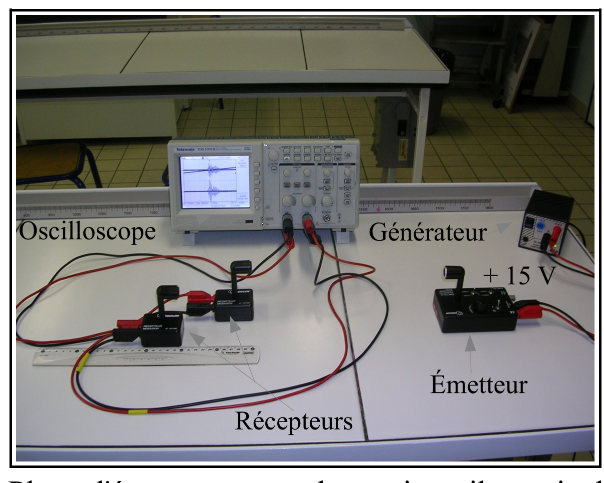
2°) Mesurer alors la célérité *c* de l'onde.

3°) Calculer le rapport $\frac{\lambda}{T}$ et le comparer à *c*. Conclure sur le lien entre λ, c et T.

4°) En déduire une autre définition de la longueur d'onde λ.

III°) Application : mesure de la célérité du son

Nous allons réutiliser le montage du précédent TP. On reprend 1 émetteur et 2 récepteurs ultrasonores.
Ci nécessaire revoir la feuille sur l'utilisation d'un oscilloscope.



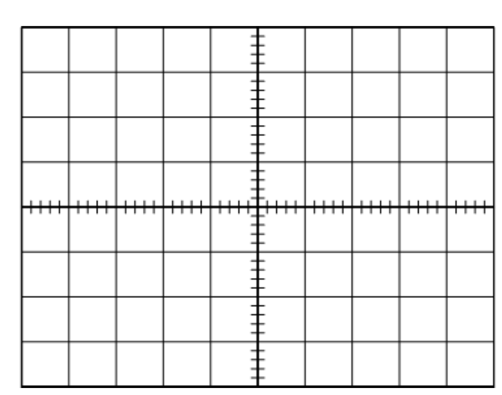
- Réaliser le schéma ci-contre.
- L'émetteur doit être positionné en mode continu.
- Placer les récepteurs côte à côte à environ 20 cm de l'émetteur.
- Appuyer sur ***Autoset*** puis tourner le bouton de la base de temps pour lire 2 ou 3 périodes sur l'écran.
- Sur l'émetteur, tourner le bouton ***fréquence*** **+ / -** de manière à avoir une amplitude maximale.

Placer l'émetteur en mode continu ; il envoie dans ce cas des ondes sonores de manière ininterrompue.

L'émetteur et les récepteurs permettent de faire la transformation entre des ondes mécaniques (les ultrasons) et des ondes électriques, que nous pourrons visualiser à l'oscilloscope.

a°) Mesure de la période T

1 °) Placer les 2 récepteurs au même endroit. Dessiner ci-dessous l'oscillogramme obtenu:



2°) Noter la base de temps utilisée.

3°) Calculer alors la période T de l'onde. Calculer l'incertitude de mesure sachant que $\Delta T = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{6}}$.

5°) En déduire la fréquence f. Est-ce bien une onde ultrasonore ?

infrasons | sons audibles | ultrasons f(Hz)

20 Hz 20 000 Hz

b°) Mesure de la longueur d'onde λ

- Reculer doucement l'un des récepteurs.

1 °) Qu'observez-vous pour les 2 courbes ?

2°) Arrêter de reculer le récepteur dès que les 2 courbes sont de nouveau en ***phase*** (même état vibratoire). Que représente la distance parcourue par le récepteur ?

3°) Utiliser cette méthode pour mesurer 10 longueurs d'ondes **λ (**on notera x cette longueur, x = 10 λ**)**.
Calculer l'incertitude de mesure sachant que nous avons $\Delta x = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{6}}$. En déduire la mesure de **λ.**
(On négligera les autres erreurs de mesures).

c°) Calcul de la célérité v de l'onde

1°) Des mesures précédentes, calculer la célérité ***c*** de l'onde.

2°) Calculer l'incertitude absolue sur ***c*** sachant que nous avons $\Delta c = \sqrt{\frac{\Delta \lambda^2}{T^2} + \frac{\lambda^2}{T^4} \Delta T^2}$.

3°) Calculer la célérité théorique du son ou ultrason sachant que $c_{son} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ *ou* ***R = 8,314 S.I*** et T est la température en Kelvin et M est la masse molaire du gaz, ici c'est de l'air donc ***M = 2,90 x 10⁻² kg.mol⁻¹*** et ***γ = 1,4***. Cette valeur est elle compatible avec votre mesure ?